

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019147

International filing date: 15 December 2004 (15.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-419391  
Filing date: 17 December 2003 (17.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月 1 7 日  
Date of Application:

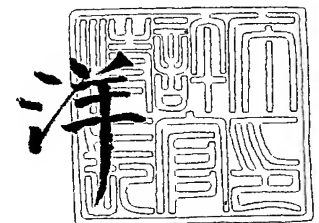
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 1 9 3 9 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 4 1 9 3 9 1 ]

出 願 人            トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 030887JP  
【提出日】 平成15年12月17日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F01L 9/00  
F01L 13/00

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 江崎 修一

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 浅田 俊昭

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 辻 公壽

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 日下 康

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100099645  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山本 晃司  
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】  
【識別番号】 100104765  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 江上 達夫  
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】  
【識別番号】 100107331  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 中村 聡延  
【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 131913  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

電動機と、該電動機の回転運動をカムにより気筒開閉用の弁の直線運動に変換するカム機構と、前記弁のリフト中の加速度特性が前記内燃機関の回転数に応じて変化するように前記電動機を制御する電動機制御手段を備えたことを特徴とする内燃機関の動弁装置。

**【請求項 2】**

前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が低い場合には、前記弁のリフト開始後及びリフト終了前の所定区間の前記カムの速度が該所定区間に挟まれた中間区間の前記カムの速度よりも高くなり、前記内燃機関の回転数が高い場合には前記弁のリフト中に前記カムが一定速度で回転するように前記電動機を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の動弁装置。

**【請求項 3】**

前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が上昇するほど、前記所定区間と前記中間区間との間における前記カムの回転速度の変動幅が減少するように前記電動機を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の動弁装置。

**【請求項 4】**

前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が低い場合には前記リフト中に前記カムが一定速度で回転し、前記内燃機関の回転数が高い場合には前記弁のリフト開始後及びリフト終了前の所定区間の前記カムの速度が該所定区間に挟まれた中間区間の前記カムの速度よりも低くなるように前記電動機を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の動弁装置。

**【請求項 5】**

前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が上昇するほど、前記所定区間と前記中間区間との間における前記カムの回転速度の変動幅が増加するように前記電動機を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の動弁装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の動弁装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の吸気弁や排気弁を駆動する動弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の動弁装置として、内燃機関のカム軸をステッピングモータで回転駆動して吸気弁を開閉させる動弁装置が知られている（特許文献1）。その他に、本発明に関する先行技術文献として特許文献2が存在する。

【特許文献1】特開平8-177536号公報

【特許文献2】特開昭59-68509号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

カム軸には回転に対する抵抗としてバルブスプリングや慣性に起因するカム軸トルクが作用する。ところが、カム軸トルクは機関の回転数（回転速度）に応じて変動し、その変動により所望の動弁特性が得られない回転域が発生するおそれがある。

【0004】

そこで、本発明は、機関回転数の変化に拘わりなく弁の動弁特性の制御精度を高く維持できる内燃機関の動弁装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、電動機と、該電動機の回転運動をカムにより気筒開閉用の弁の直線運動に変換するカム機構と、前記弁のリフト中の加速度特性が前記内燃機関の回転数に応じて変化するように前記電動機の回転速度を制御する電動機制御手段を備えた内燃機関の動弁装置により、上述した課題を解決する（請求項1）。

【0006】

カム軸には、弁を付勢するバルブスプリングの圧縮反力に伴うバルブスプリングトルクと、弁に同期して往復運動する動弁系部品の慣性力に伴う慣性トルクとがカム軸トルクとして作用する。カム軸が低速で回転している場合、カム軸トルクとしてはバルブスプリングトルクが支配的である。バルブスプリングトルクはバルブスプリングの圧縮反力と、弁の往復運動方向と直交する方向に関するカムの回転中心からカムの相手部品に対する接触位置までの距離（オフセット量）との積で与えられる。また、圧縮反力は弁のリフト量に比例して大きくなり、弁のリフト速度はオフセット量に比例して大きくなる。従って、低回転域でカム軸トルクを低減するためには、リフト量がなるべく小さい段階でリフト速度が最大となるようにカムのプロファイルを設計すればよい。

【0007】

その一方、カム軸の慣性トルクは回転速度の二乗に比例して増大し、カム軸が高回転している場合には慣性トルクの影響が相対的に増加して弁の加速度が最大となる位置でカム軸トルクが最大となる。リフト開始から短時間でリフト速度を最大まで上昇させると、弁の加速度が大きくなり、従って、カム軸の高回転時におけるカム軸トルクが著しく増加する。そのため、高回転域におけるカム軸トルクを減らすためには弁の最大加速度が小さくなるようにカムのプロファイルを設計する必要がある。

【0008】

このようにバルブスプリングトルクと慣性トルクとは二律背反の関係にあり、カム軸の低回転域又は高回転域のいずれか一方の回転域におけるカム軸トルクを減らすべくカムを設計しても、他方の回転域においてカム軸トルクが増加し、その影響で所望の動弁特性が得られないおそれがある。

【0009】

ところが、弁を電動機にて駆動する場合には、内燃機関の回転数が一定であっても、弁のリフト中の加速度特性を電動機の回転速度の調整によって適宜に変化させることができる。このような機能を活用すれば、カムがそのプロファイル設計上の最適な回転域から外れて駆動されているときに生じるカム軸トルクの増加を抑えるようにカムの加速度を変化させてカム軸トルクを機関回転数に拘わらず低く抑えることができる。例えば、低回転域におけるバルブスプリングトルクを減らすべくリフト開始直後及びリフト終了直前の加速度を高めるようにカムを設計した場合には、高回転域において、リフト開始直後及びリフト終了直前のリフト加速度が抑えられるように電動機の回転速度を変化させればよい。反対に、高回転域における慣性トルクを減らようにリフト開始直後及びリフト終了直前の加速度を抑えるようにカムを設計した場合には、低回転域において、リフト開始直後及び終了直前のリフト加速度を上昇させるように電動機の回転速度を変化させればよい。

#### 【0010】

本発明の動弁装置において、前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が低い場合には、前記弁のリフト開始後及びリフト終了前の所定区間の前記カムの速度が該所定区間に挟まれた区間の前記カムの速度よりも高くなり、前記内燃機関の回転数が高い場合には前記弁のリフト中に前記カムが一定速度で回転するように前記電動機を制御してもよい（請求項2）。この場合には低速域において、弁のリフト量が小さい段階で弁に最大速度を与えてバルブスプリングトルクを抑えることができる。高回転域ではカムを一定速度で回転させることにより、高回転時における電動機の制御の負担を軽減して制御の応答性の不足に起因する弁の動作制御の低下を防止することができる。なお、上記態様において、前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が上昇するほど、前記所定区間と前記中間区間との間における前記カムの回転速度の変動幅が減少するように前記電動機を制御することが望ましい（請求項3）。このように速度を変化させることにより、内燃機関の回転数の変化に対して弁の加速度特性を円滑に変化させてドライバビリティの悪化を防ぐことができる。

#### 【0011】

また、本発明の動弁装置において、前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が低い場合には前記リフト中に前記カムが一定速度で回転し、前記内燃機関の回転数が高い場合には前記弁のリフト開始後及びリフト終了前の所定区間の前記カムの速度が該所定区間に挟まれた中間区間の前記カムの速度よりも低くなるように前記電動機を制御してもよい（請求項4）。この場合には高速域における弁の最大加速度を減少させて慣性トルクを抑えることができる。なお、上記態様において、前記電動機制御手段は、前記内燃機関の回転数が上昇するほど、前記所定区間と前記中間区間との間における前記カムの回転速度の変動幅が増加するように前記電動機を制御することが望ましい（請求項5）。このように速度を変化させることにより、内燃機関の速度の変化に対して弁の加速度特性を円滑に変化させてドライバビリティの悪化を防ぐことができる。

#### 【発明の効果】

##### 【0012】

本発明によれば、機関回転数に応じて弁のリフト加速度特性が変化するように電動機を制御することにより、機関回転数の変化に拘わりなくカム軸トルクを抑えて弁の開閉運動に対する制御精度を向上させることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0013】

###### （第1の形態）

図1は本発明の動弁装置をレシプロ式内燃機関の吸気弁の駆動に適用した一形態を示している。この形態では、内燃機関に設けられた複数のシリンダ1（図では一つのみ示す）のそれぞれに2本の吸気弁2が設けられ、それらの吸気弁2がシリンダ1毎に設けられた動弁装置11にて開閉駆動される。周知のように、吸気弁2はバルブヘッド2aとステム2bとを有している。ステム2bが不図示のシリンダヘッドに固定されるスリーブ3に通されることにより、吸気弁2はステム2bの軸線方向に摺動自在に案内されている。ス

リーブ 3 から突出するフランジ 4 とステム 2 b に取り付けられたバルブスプリングリテーナ 5 との間にはバルブスプリング 6 が圧縮状態で配置され、そのバルブスプリング 6 の圧縮反力により吸気弁 2 はバルブヘッド 2 a が不図示の弁座と密着する方向（図 1 の上方）に付勢されている。

#### 【0014】

動弁装置 11 は、駆動源としての電動機（以下、モータと呼ぶ。）12 と、モータ 12 の回転運動を伝達する伝達機構としてのギア列 13 と、ギア列 13 から伝達された回転運動を吸気弁 2 の直線的な開閉運動に変換するカム機構 14 とを備えている。モータ 12 には、回転速度の制御が可能な DC ブラシレスモータ等が使用される。モータ 12 には、その回転位置を検出するためのレゾルバ、ロータリエンコーダ等の位置検出センサ 12 a が設けられている。ギア列 13 は、モータ 12 の出力軸（不図示）に取り付けられたモータギア 15 の回転を中間ギア 16 を介してカム駆動ギア 17 に伝達する。ギア列 13 はモータギア 15 とカム駆動ギア 17 とが互いに等しい速度で回転するように構成されてもよいし、モータギア 15 に対してカム駆動ギア 17 を増速又は減速させるように構成されてもよい。

#### 【0015】

図 2 にも示したように、カム機構 14 は、カム駆動ギア 17 と同軸かつ一体回転可能に設けられたカム軸 20 と、カム軸 20 に一体回転可能に設けられた 2 本のカム 21 と、各カム 21 と吸気弁 2 との間に設けられたロッカーアーム 22 とを備えている。カム 21 はカム軸 20 と同軸の円弧状のベース円 21 b の一部を半径方向外側に向かって膨らませてノーズ 21 a を形成した板カム的一种として形成されている。

#### 【0016】

ロッカーアーム 22 はバルブロッカー軸 23 に回転自在に取り付けられ、その一端部 22 a は吸気弁 2 のステム 2 b の上端に接し、他端部 22 b はラッシュアジャスター 24 と接している。ラッシュアジャスター 24 がロッカーアーム 22 の一端部 22 a を押し上げることにより、ロッカーアーム 22 の一端部 22 a は吸気弁 2 の上端部と接触した状態に保たれている。カム 21 が回転することにより、ロッカーアーム 22 がバルブロッカー軸 23 を中心として揺動し、その揺動に伴って吸気弁 2 がステム 2 b の軸線方向に直線運動してシリンダ 1 が開閉される。

#### 【0017】

図 1 に戻って、動弁装置 11 には、モータ 12 の動作を制御する電動機制御手段としてのモータ制御装置 30 が設けられている。モータ制御装置 30 は、マイクロプロセッサとその動作に必要な主記憶装置等の周辺部品とを備えたコンピュータユニットである。なお、複数の動弁装置 11 が設けられる場合において、モータ制御装置 30 はそれぞれの動弁装置 11 に対して共用されてもよい。あるいは、シリンダ 1 毎又は動弁装置 11 毎にモータ制御装置 30 が設けられてもよい。モータ制御装置 30 は動弁装置 11 の制御専用で設けられてもよいし、他の用途で設けられたコンピュータユニットをモータ制御装置 30 として併用してもよい。例えば、内燃機関の燃料噴射量を制御するエンジンコントロールユニット（ECU）をモータ制御装置として兼用してもよい。

#### 【0018】

モータ制御装置 30 には、情報入力手段として、上述した位置検出センサ 12 a とともに、クランク軸の角度に対応した信号を出力するクランク角センサ 31 等の各種のセンサが接続されている。モータ制御装置 30 はこれらのセンサの出力を参照しつつ、その ROM に記憶された弁制御プログラムに従ってモータ 12 の動作を制御する。本発明の特徴に拘わる制御として、モータ制御装置 30 は、吸気弁 2 の機関回転数に応じて吸気弁 2 の加速度特性が変化するようにモータ 12 の回転速度を変化させる。以下、この点について詳細に説明する。

#### 【0019】

図 3 は吸気弁 2 のリフト量  $Y$ 、リフト速度  $V$  及びリフト加速度  $A$  とカム 21 の回転角  $\theta$  との対応関係を示している。但し、カム軸 20 の回転速度は内燃機関のクランク軸（機関

出力軸)の回転速度の $1/2$ の速度(以下、これを基本速度と呼ぶ。)で一定と仮定している。また、図3では、吸気弁2がリフトを開始するときのカム角(リフト開始角) $\theta_r$ から最大リフト量 $Y_{0max}$ が与えられるときのカム角(最大リフト角) $\theta_y$ までの吸気弁2の動弁特性を示しており、最大リフト角 $\theta_y$ から吸気弁2のリフトが終了するときのカム角までの動弁特性は最大リフト角 $\theta_y$ に引いた縦軸と対称に現れるものとする。カム速度 $V$ 及びカム加速度 $A$ の正負は吸気弁2が開く方向を正方向として定義している。

#### 【0020】

図3において、リフト速度 $V$ はリフト量 $Y$ を微分して得られ、リフト加速度 $A$ はリフト速度 $V$ を微分して得られる。従って、リフト速度 $V$ は最大リフト角 $\theta_y$ よりも早いカム角(最大速度カム角) $\theta_v$ で最大リフト速度 $V_{max}$ に達し、リフト加速度 $A$ はより早いカム角(最大加速度カム角) $\theta_a$ で正方向の最大リフト加速度(最大正加速度) $A_{max}$ に達する。上述したように、低回転域におけるカム軸トルクを抑えるためにはリフト量 $Y$ がなるべく小さい段階で最大リフト速度 $V_{max}$ が得られるように吸気弁2のリフト特性を設定する必要がある。その一方、高回転域におけるカム軸トルクを抑えるためには最大リフト加速度 $A_{max}$ を抑える必要がある。カム軸20の回転速度が吸気弁2のリフト中において一定である限り、リフト速度 $V$ 及びリフト加速度 $A$ はカム21のプロファイルによって一義的に定まるため、最大加速度 $A_{max}$ を低減しつつ最大速度カム角 $\theta_v$ を早めることは不可能である。

#### 【0021】

そこで、まず高回転域における慣性トルクを抑えることを優先して、内燃機関の最高回転数における最大加速度 $A_{max}$ が許容限度まで低下するようにカム21のプロファイルを設計する。この場合、吸気弁2のリフト中においてカム21を基本速度で駆動すれば、最大速度カム角 $\theta_v$ が遅れて低回転域におけるバルブスプリングトルクが増大する。これを避けるため、低回転域においてリフト開始直後及びリフト終了直前のモータ12の回転速度を基本速度よりも上昇させ、それにより、図3に矢印Iで示すように吸気弁2の最大加速度 $A_{max}$ を増加させる。これにより、最大速度カム角 $\theta_v$ を矢印IIで示すように早めてバルブスプリングトルクを抑え、それによりカム軸トルクを低減させる。

#### 【0022】

図4は、吸気弁2の加速度特性を上記のように変化させるためにモータ制御装置30が制御するモータ12の回転速度(モータ速度)及び出力トルク(モータトルク)の変化を示すタイムチャートである。なお、この図では、機関回転数に拘わりなくモータ12によりカム21を同一方向に連続して回転駆動するものとする。

#### 【0023】

内燃機関が最高回転数で運転されている場合、モータ制御装置30は図4に実線 $L_{t1}$ で示すようにモータトルクを一定値 $T_1$ に固定し、モータ12の回転速度を実線 $L_{v1}$ で示すように一定速度 $V_1$ に固定する。速度 $V_1$ はクランク軸の最高回転数の $1/2$ に相当する基本速度でカム21を回転させるために必要なモータ12の回転速度に等しい。これに対して、内燃機関がアイドリング回転数で運転されている場合、モータ制御装置30は、同図に実線 $L_{t2}$ で示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前の所定区間 $X_s$ 、 $X_e$ においてモータトルクをアイドリング時の基本速度でカム21を駆動するために必要なトルク $T_2$ に対して増減させ、該区間 $X_s$ 、 $X_e$ におけるモータ12の回転速度をアイドリング時の基本速度に対応した速度 $V_2$ よりも上昇させる。これらの区間 $X_s$ 、 $X_e$ に挟まれたリフト中の中間区間 $X_m$ ではモータトルクを $T_2$ に維持し、モータ速度を速度 $V_2$ よりも低く設定する。その理由は、モータ12を速度 $V_2$ に固定して駆動した場合と吸気弁2のバルブ時間面積(リフト量の曲線で囲まれた範囲の面積)を一致させるためである。

#### 【0024】

内燃機関がアイドリング回転数と最高回転数との間の中間的回転数で運転されている場合にも、モータ制御装置30は図4に実線 $L_{t3}$ 、及び $L_{v3}$ で示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前の所定区間 $X_s$ 、 $X_e$ にてモータトルク及びモータ速度を増減させ



るが、その際の変動幅は機関回転数が上昇するほど小さく制御される。例えば、図4に示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前に与えるべきモータトルクの変動幅の絶対値を $\Delta|T|$ とすれば、その値 $\Delta|T|$ は図5に示すように機関回転数が増加する程に小さく設定され、最高回転数 $N_{\max}$ に達した時点で $\Delta|T|=0$ 、すなわち加減速のない一定速度の運転状態となる。

#### 【0025】

以上のようにモータ12のトルク及び速度を制御すれば、カム21のプロファイルが最高回転数における慣性トルクを抑えることを優先して設計されていても、低回転域における吸気弁2の加速度特性をリフト量が比較的小さいリフト開始直後及びリフト終了直前の限られた区間 $X_s$ 、 $X_e$ にて最大リフト速度 $V_{\max}$ が発生するように変化させ、それにより低回転域におけるバルブスプリングトルクを抑えてモータ12に加わる負荷を低減することができる。

#### 【0026】

(第2の形態)

上述した第1の形態では、カム21のプロファイルを高回転域における慣性トルクの低減を優先して設計しているが、本発明はその逆の態様によって実現されてもよい。その一形態を図6～図8に示す。

#### 【0027】

この例では、まず前提として、低回転域におけるバルブスプリングトルクを抑えることを優先して、最大リフト速度 $V_{\max}$ を与える最大速度カム角 $\theta_v$ が可能な限り早くなるようにカム21のプロファイルを設計する。この場合、機関回転数に拘わりなくカム21を基本速度で駆動すれば、機関回転数が上昇するほどその二乗に比例してリフト開始直後及びリフト終了直前における最大加速度 $A_{\max}$ が増加して高回転域における慣性トルクが著しく大きくなる。これを避けるため、機関回転数がアイドル回転数から上昇するに従って、その回転速度の二乗に反比例してリフト開始直後及びリフト終了直前における吸気弁2の最大加速度が低下するようにモータ12の回転速度を変化させる。それにより、図6に矢印IIIで示すように吸気弁2の最大加速度 $A_{\max}$ を抑えるとともに、最大速度カム角 $\theta_v$ を矢印IVで示すように遅らせて高回転域における慣性トルクの増加を抑える。

。

#### 【0028】

図7は、吸気弁2の加速度特性を上記のように変化させるためにモータ制御装置30が制御するモータ12の回転速度(モータ速度)及び出力トルク(モータトルク)の変化を示すタイムチャートである。この図でも、機関回転数に拘わりなくモータ12によりカム21を同一方向に連続して回転駆動するものとする。

#### 【0029】

モータ制御装置30は、内燃機関がアイドル回転数で回転している場合、図7に実線 $L_{t4}$ で示すようにモータトルクを一定値 $T_4$ に固定し、モータ12の回転速度を実線 $L_{v4}$ で示すように一定速度 $V_4$ に固定する。速度 $V_4$ は内燃機関がアイドル回転数で運転されているときの基本速度でカム21を回転させるために必要なモータ12の回転速度に等しい。これに対して、内燃機関が最高回転数で運転されている場合、モータ制御装置30は、同図に実線 $L_{t5}$ で示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前の所定区間 $X_s$ 、 $X_e$ において、モータトルクを最高回転数に対応した基本速度でカム21を駆動するために必要なトルク $T_5$ に対して減少及び増加させ、それにより該区間 $X_s$ 、 $X_e$ におけるモータ12の回転速度を最高回転数に対応した基本速度でカム21を駆動するために必要な速度 $V_5$ よりも低下させる。これらの区間 $X_s$ 、 $X_e$ に挟まれたリフト中の中間区間 $X_m$ において、モータ制御装置30はモータトルクを $T_5$ に維持し、モータ12の回転速度を速度 $V_5$ よりも高く設定する。その理由は、モータ12を速度 $V_5$ に固定して駆動した場合と吸気弁2のバルブ時間面積(リフト量の曲線で囲まれた範囲の面積)を一致させるためである。

#### 【0030】

内燃機関がアイドリング回転数と最高回転数との間の中間的回転数で運転されている場合にもモータ制御装置30は図7に実線Lt6、及びLv6で示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前の所定区間Xs、Xeにてモータトルク及びモータ速度を変化させるが、その際の変動幅は機関回転数が上昇するほど大きくなる。例えば、図7に示すようにリフト開始直後及びリフト終了直前に与えるべきモータトルクの変動幅の絶対値を $\Delta|T|$ とすれば、図8に示したようにアイドリング回転数Neidでは $\Delta|T|=0$ 、すなわち加減速のない一定速度の運転状態であるが、回転数が上昇するほどトルク変動幅の絶対値 $|T|$ が増加して高回転数Nemaxにおいて最も大きくトルクが増減される。

#### 【0031】

以上のようにモータ12のトルク及び速度を制御すれば、カム21のプロファイルが低回転域におけるバルブスプリングトルクを抑えるよう設計されていても、高回転域における吸気弁2の最大加速度の増加を抑え、それにより慣性トルクを小さく制限してモータ12に加わる負荷を低減することができる。

#### 【0032】

本発明は以上の実施形態に限らず種々の形態にて実施してよい。例えば、以上の実施形態では機関回転数に拘わらずモータ12を同一方向に連続して回転させているが、本発明は、最大リフト量が得られるカム角に達する前にカム21の回転方向を切り替える揺動駆動モードにてモータ12を動作させる場合にも適用可能である。動弁装置11はシリンダ1毎に分けて設けられてもよいし、複数のシリンダ1に対して一つの動弁装置11が共用されてもよい。本発明は排気弁を駆動する動弁装置に対して適用されてもよい。ロッカーアームを使用せず、カムと吸気弁とを直接的に接触させるいわゆる直打方式の動弁装置にも本発明は適用できる。

#### 【0033】

上記の形態においては、モータトルクの変動幅の絶対値 $\Delta|T|$ を図5又は図8に示したように連続的に変化させているために、内燃機関の回転数の変化に伴う吸気弁2のリフト特性の不連続な変化を抑えることができ、そのためにドライバビリティの悪化を防止できる。但し、本発明はこのような連続的な変化を与える例に限らず、モータトルクやモータ速度の変動幅を二以上の有限段数で断続的に変化させてもよい。本発明は吸気行程の開始から排気行程の終了までの間に機関出力軸としてのクランク軸が2回転する4サイクルの内燃機関に限らず、機関出力軸が一回転する間に吸気から排気までを完了する2サイクルの内燃機関にも適用可能である。この場合、カムの基本速度は機関出力軸の回転速度と一致する。つまり、カムを回転駆動する際の基本速度は、内燃機関の機関出力軸の回転速度を吸気行程の開始から排気行程の終了までの間の当該機関出力軸の回転数で除して得られる速度として定義されるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0034】

【図1】本発明の一形態に係る動弁装置の斜視図。

【図2】図1の動弁装置の正面図。

【図3】図1の動弁装置が吸気弁に与えるリフト特性を示す図。

【図4】図1のモータ制御装置によるモータ速度及びモータトルクの制御を示すタイムチャート。

【図5】図4のモータトルク変動幅の絶対値 $\Delta|T|$ と機関回転数との対応関係を示す図。

【図6】図1の動弁装置が吸気弁に与えるリフト特性の他の例を示す図。

【図7】図1のモータ制御装置によるモータ速度及びモータトルクの制御の他の例を示すタイムチャート。

【図8】図7のモータトルク変動幅の絶対値 $\Delta|T|$ と機関回転数との対応関係を示す図。

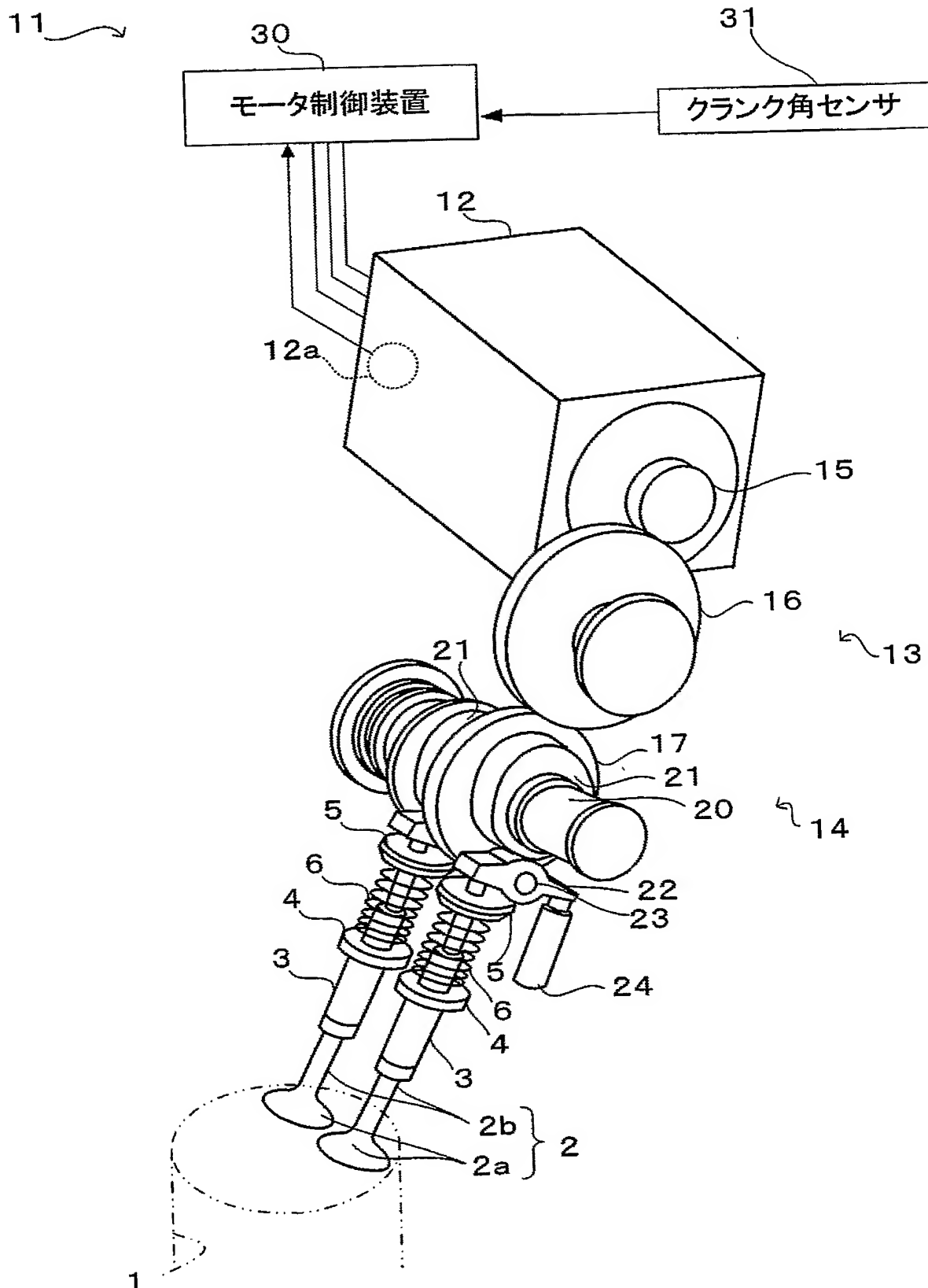
【図9】揺動駆動モードにおけるカムの動作を示す図。

#### 【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

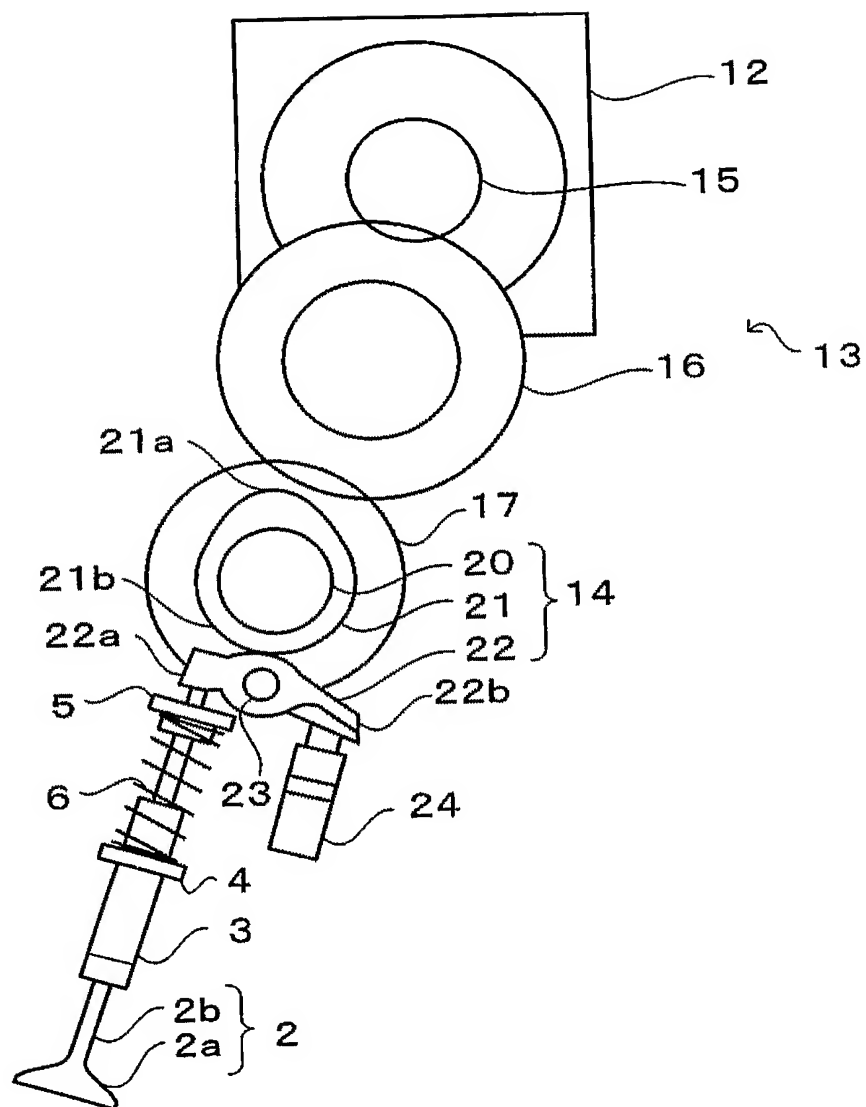
- 1 シリンダ
- 2 吸気弁
- 6 バルブスプリング
  - 1 1 動弁装置
  - 1 2 モータ (電動機)
  - 1 4 カム機構
  - 2 0 カム軸
  - 2 1 カム
  - 2 2 ロッカーアーム
  - 3 0 モータ制御装置 (電動機制御手段)

【書類名】 図面  
【図 1】

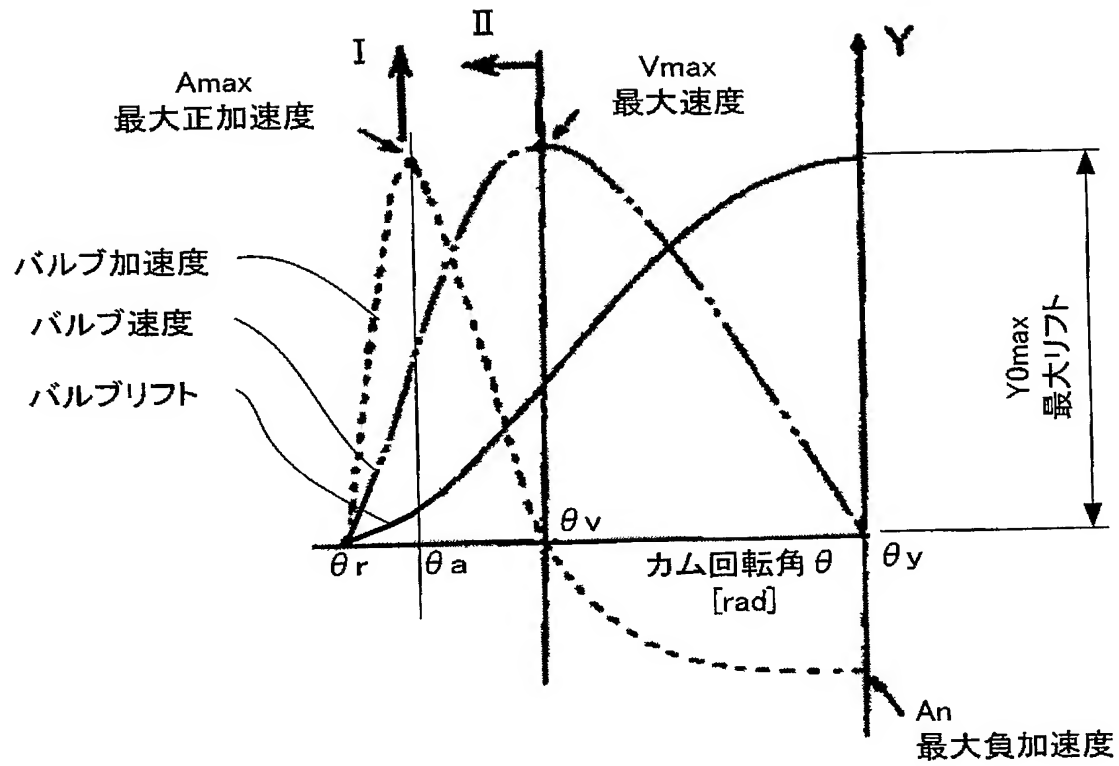


【図 2】

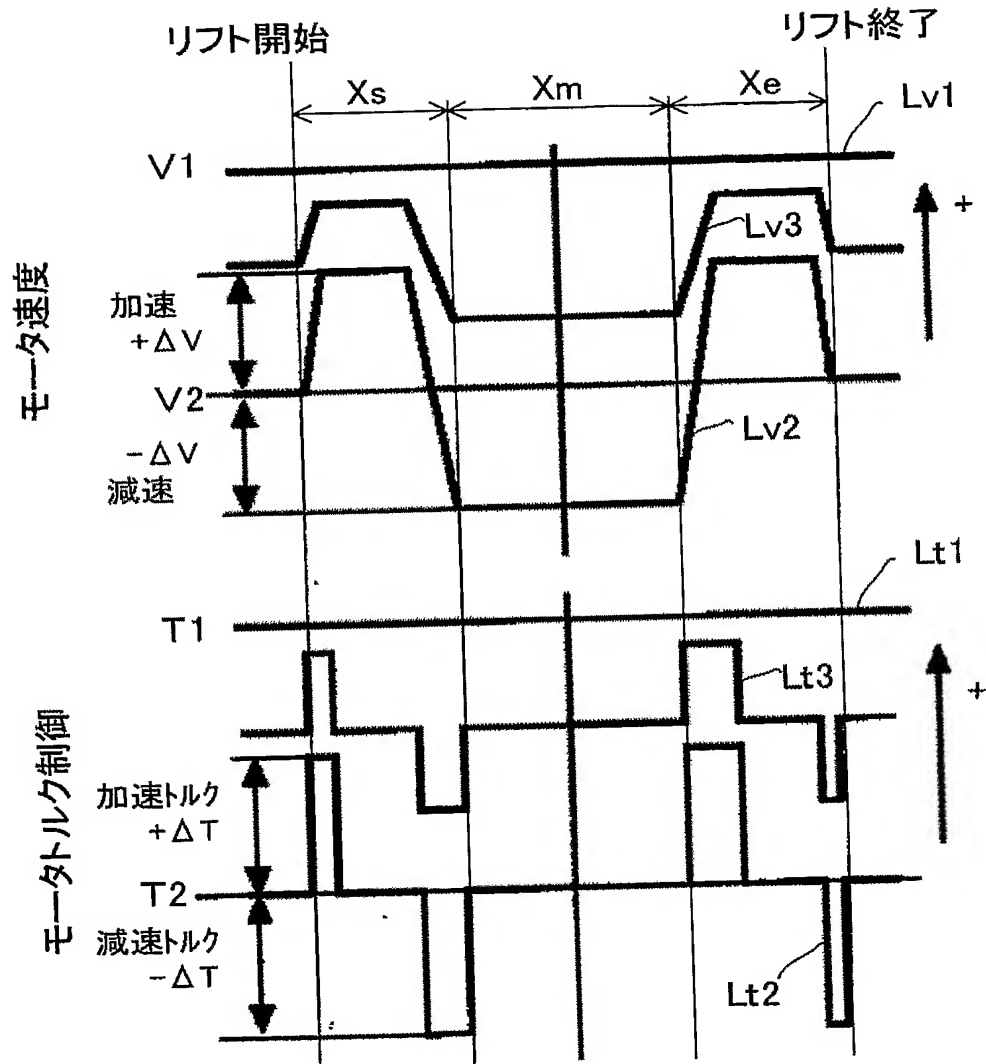
11



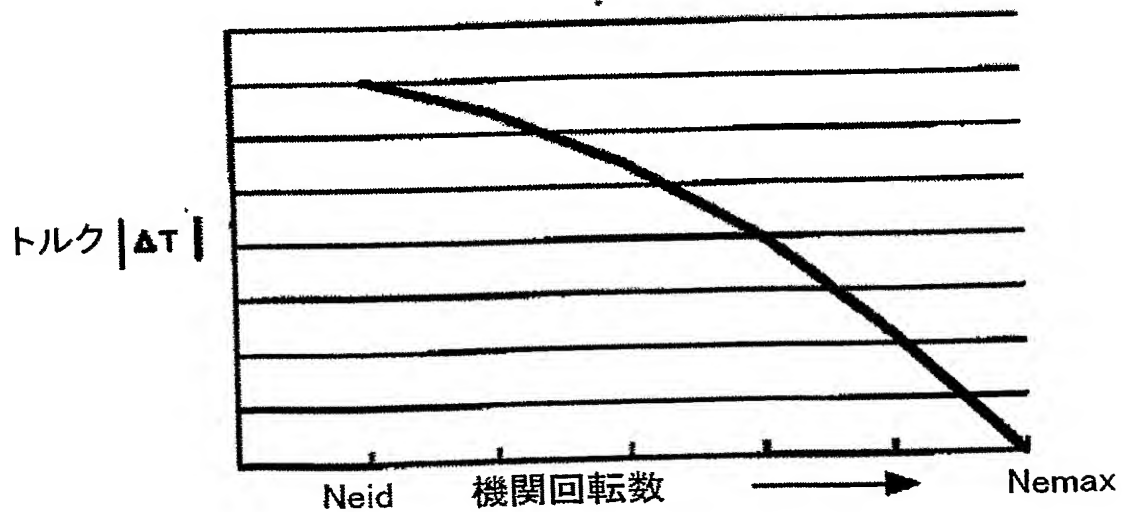
【図 3】



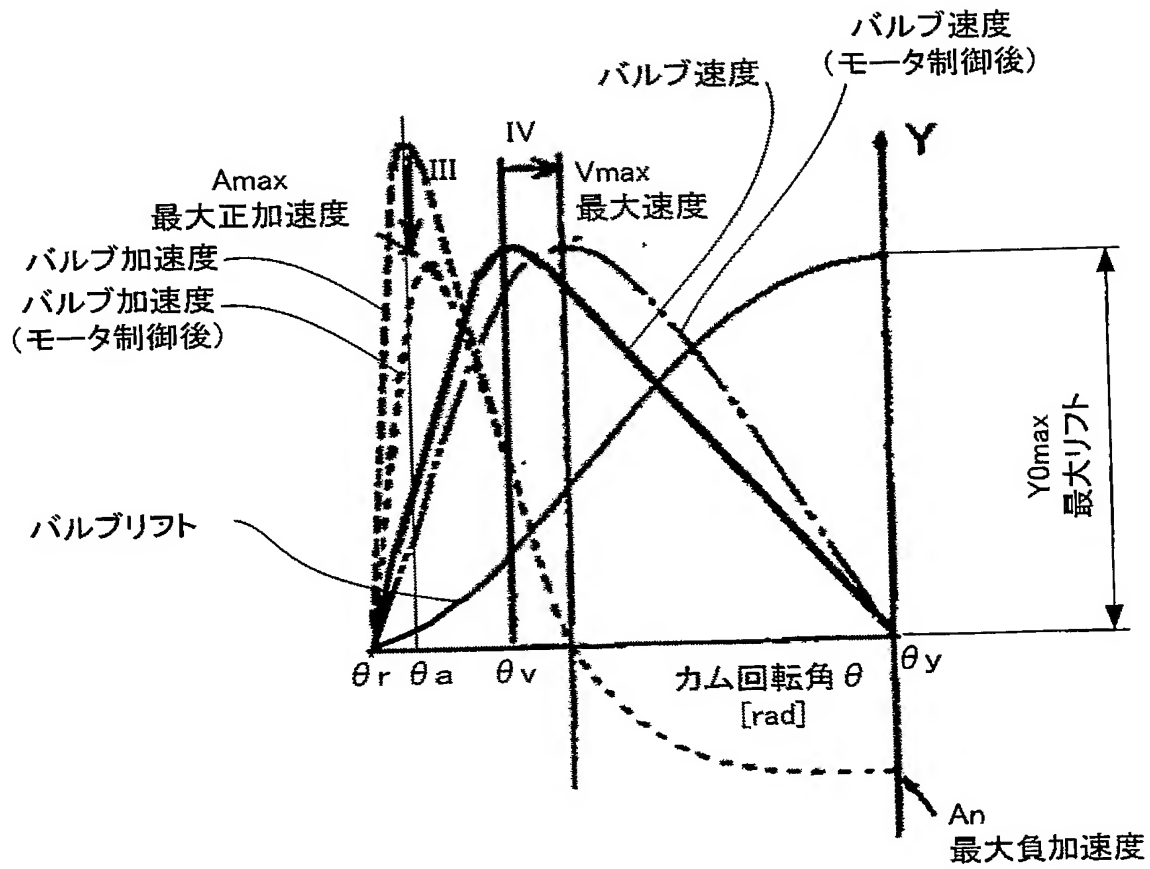
【図 4】



【図 5】

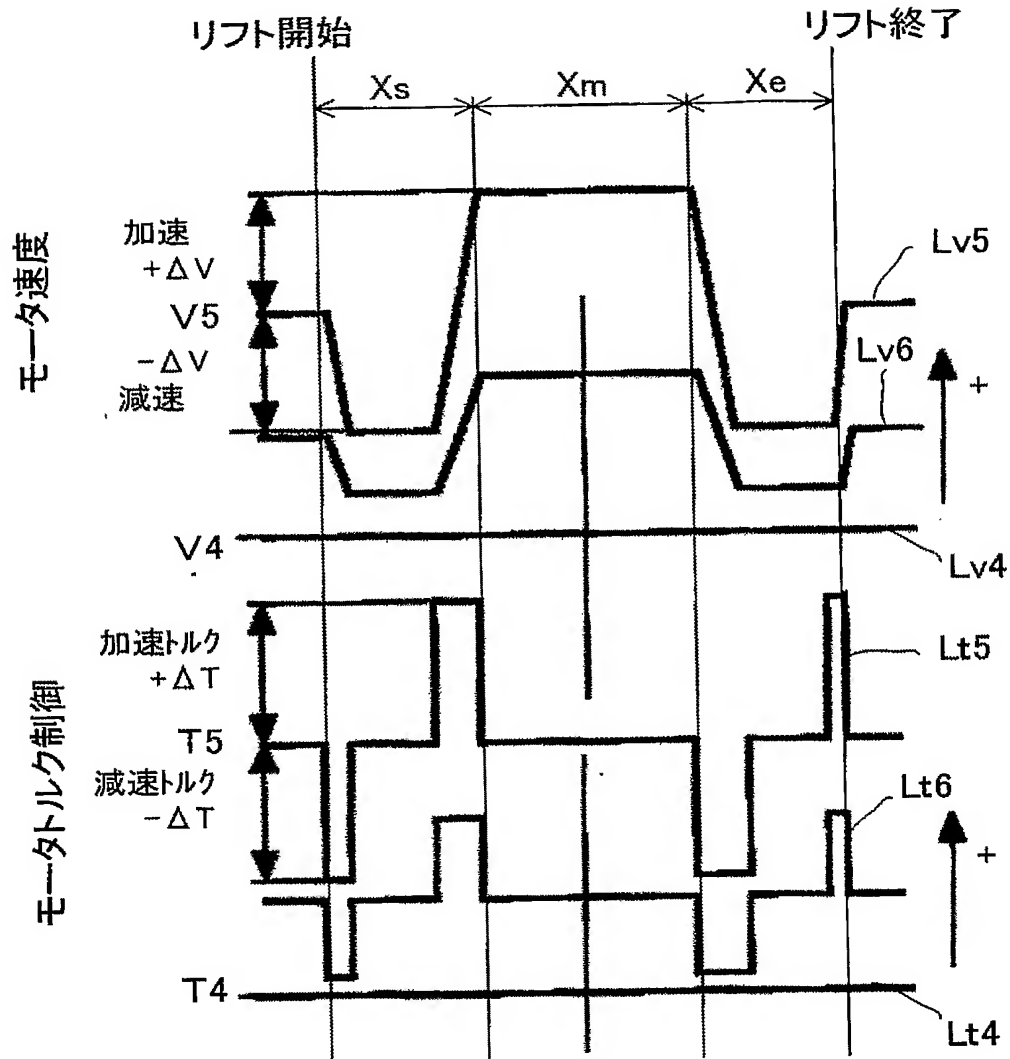


【図 6】

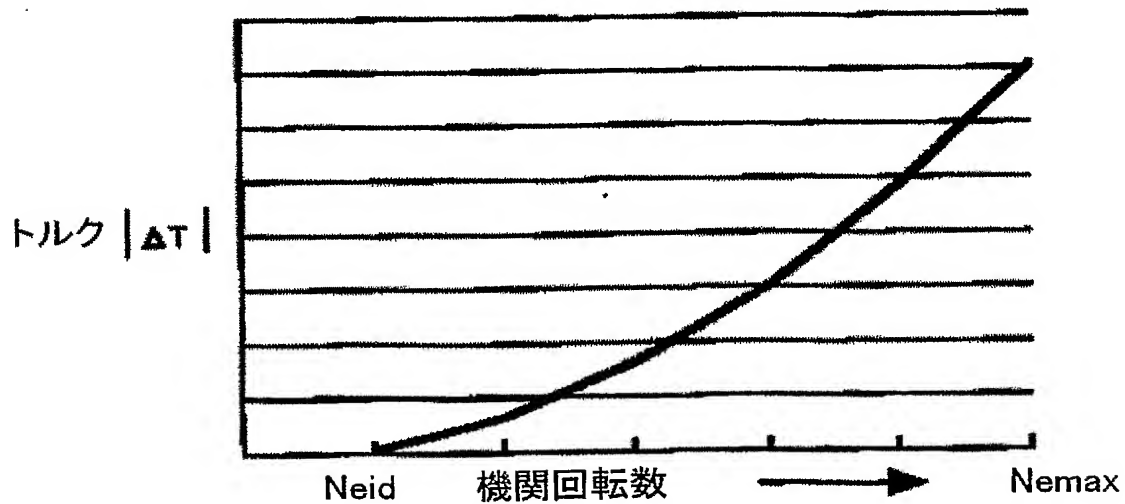




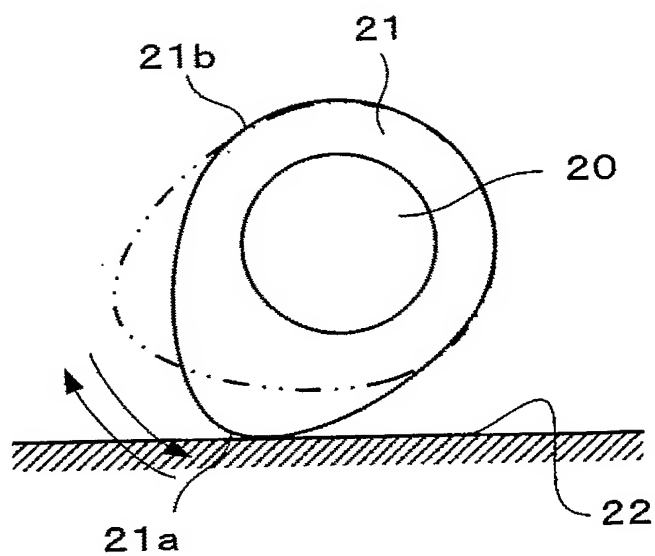
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 機関回転数の変化に拘わりなく弁の動弁特性の制御精度を高く維持できる内燃機関の動弁装置を提供する。

【解決手段】 モータ 1 2 と、モータ 1 2 の回転運動をカム 2 1 により吸気弁 2 の直線運動に変換するカム機構 1 4 と、吸気弁 2 のリフト中の加速度特性が内燃機関の回転数に応じて変化するようにモータ 1 2 の回転速度を制御するモータ制御装置 3 0 とを動弁装置 1 1 に設ける。カム 2 1 がそのプロファイル設計上の最適な回転域から外れて駆動されているときに生じるカム軸トルクの増加を抑えるように、モータ制御装置 3 0 にてカム 2 1 の加速度を変化させてカム軸トルクを機関回転数に拘わらず低く抑える。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 4 1 9 3 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社